

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

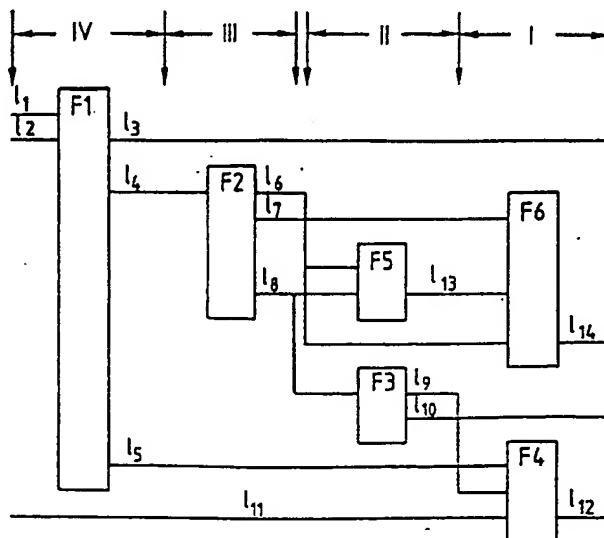
- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICH NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

| | | | |
|---|--|---|--|
| (51) Internationale Patentklassifikation ⁴ : G05B 19/04 | | A1 | (11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 87/03974 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 2. Juli 1987 (02.07.87) |
| <p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/CH86/00094</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 7. Juli 1986 (07.07.86)</p> <p>(71) Anmelder (<i>für alle Bestimmungsstaaten ausser US</i>): BBC AKTIENGESELLSCHAFT BROWN, BOVERI & CIE. [CH/CH]; CH-5401 Baden (CH).</p> <p>(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (<i>nur für US</i>) : SCHULT, Uwe [DE/CH]; Schulstr. 27a, CH-5417 Untersiggenthal (CH).</p> <p>(74) Gemeinsamer Vertreter: BBC AKTIENGESELLSCHAFT BROWN, BOVERI & CIE.; Abteilung XZP Gewerblicher Rechtsschutz, CH-5401 Baden (CH).</p> <p>(81) Bestimmungsstaaten: AT (europäisches Patent), BE (europäisches Patent), CH (europäisches Patent), DE (europäisches Patent), FR (europäisches Patent), GB (europäisches Patent), IT (europäisches Patent), JP, LU (europäisches Patent), NL (europäisches Patent), SE (europäisches Patent), US.</p> | | <p>Veröffentlicht</p> <p><i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen. Vor Ablauf der nach Artikel 21 Absatz 2(a) zugelassenen Frist auf Antrag des Anmelders.</i></p> | |
| <p>(54) Title: SOFTWARE TOOL FOR AUTOMATIC PRODUCTION OF A LOGICAL FUNCTION DIAGRAM</p> <p>(54) Bezeichnung: SOFTWARE-WERKZEUG ZUR AUTOMATISCHEN ERZEUGUNG EINER FUNKTIONSPLANGRAPHIK</p> <p>(57) Abstract</p> <p>This software tool can automatically produce function diagrams from a control program for a memory-programmable control on a graphic display, in particular of a program device for such a control. The function diagrams produced have a high data density. They may contain signal branches and junctions, as well as function blocks with several outputs further connected to other function blocks.</p> <p>(57) Zusammenfassung</p> <p>Mit diesem Software-Werkzeug können Funktionspläne aus einem Steuerprogramm für eine speicherprogrammierbare Steuerung auf einer graphischen Anzeigevorrichtung, insbesondere eines Programmiergeräts für eine solche Steuerung automatisch erzeugt werden. Die erzeugten Funktionspläne weisen eine hohe Informationsdichte auf. Sie können Signalverzweigungen und Signalkreuzungen sowie Funktionsblöcke mit mehreren auf andere Funktionsblöcke weiter verbundenen Ausgängen enthalten.</p> | | | |



LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Code, die zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

| | | | | | |
|----|--------------------------------|----|-----------------------------------|----|--------------------------------|
| AT | Oesterreich | FR | Frankreich | MR | Mauritanien |
| AU | Australien | GA | Gabun | MW | Malawi |
| BB | Barbados | GB | Vereinigtes Königreich | NL | Niederlande |
| BE | Belgien | HU | Ungarn | NO | Norwegen |
| BG | Bulgarien | IT | Italien | RO | Rumänien |
| BJ | Benin | JP | Japan | SD | Sudan |
| BR | Brasilien | KP | Demokratische Volksrepublik Korea | SE | Schweden |
| CF | Zentrale Afrikanische Republik | KR | Republik Korea | SN | Senegal |
| CG | Kongo | LI | Liechtenstein | SU | Soviet Union |
| CH | Schweiz | LK | Sri Lanka | TD | Tschad |
| CM | Kamerun | LU | Luxemburg | TG | Togo |
| DE | Deutschland, Bundesrepublik | MC | Monaco | US | Vereinigte Staaten von Amerika |
| DK | Dänemark | MG | Madagaskar | | |
| FI | Finnland | ML | Mali | | |

- 1 -

Software-Werkzeug zur automatischen Erzeugung einer Funktionsplangraphik

Technisches Gebiet

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Software-Werkzeug zur automatischen Erzeugung einer Funktionsplangraphik. Die Erfindung betrifft insbesondere ein Software-Werkzeug, durch welches die Funktionsplangraphik aus einer partiell geordneten Menge von Funktionsblöcken mit einem oder mehreren Ein- und Ausgängen auf einer graphischen Anzeigevorrichtung erzeugt wird.

Stand der Technik

- 10 Software-Werkzeuge der genannten Art werden in Programmiergeräten für speicherprogrammierbare Steuerungen benötigt. Unter einem Programmiergerät für eine speicherprogrammierbare Steuerung versteht man in der modernen Steuer- und Regeltechnik eine kleine, kompakt aufgebaute und daher leicht transportable Datenverarbeitungsanlage, welche über eine genormte Schnittstelle an eine Vielzahl von

- 2 -

verschiedenen Steuerungen anschliessbar ist. Im Programmiergerät sind alle Funktionen zusammengefasst, die erforderlich sind, um die Steuerprogramme für die speicherprogrammierbaren Steuerungen zu erstellen und zu warten.

- 5 Die entsprechenden Funktionen brauchen deshalb bei den Steuerungen selbst nicht vorgesehen zu werden.

Um dem Steuer- und Regeltechniker die Programmierarbeit zu erleichtern, erlauben komfortable Programmiergeräte eine Programmierung direkt auf Funktionsplanebene, d.h. 10 in einer dem Steuer- und Regeltechniker besonders vertrauten Darstellung. Der Funktionsplan der jeweiligen Steuerung wird dazu auf einer graphischen Anzeigevorrichtung des Programmiergeräts dargestellt und der Anwender kann mittels einfacher Kommandos Änderungen oder Ergänzungen im Funktionsplan vornehmen. Das zum Funktionsplan zugehörige 15 Steuerprogramm wird vom Programmiergerät ohne Zutun des Anwenders selbsttätig erzeugt. Umgekehrt erzeugt das Programmiergerät aus einem bereits vorhandenen maschinenlesbar abgespeicherten Steuerprogramm automatisch den zugehörigen Funktionsplan auf der Anzeigevorrichtung. Innerhalb des Programmiergeräts wird dies von dem hier betrachteten Software-Werkzeug ausgeführt, das z.B. als sogenannte Firmware im Programmiergerät implementiert werden kann.

- 25 In Programmiergeräten der betrachteten Art werden die Steuerprogramme im allgemeinen modular strukturiert erzeugt. Sie enthalten einzelne Funktionen, die über Funktionsaufrufe aufgerufen werden. Die Funktionsaufrufe wiederum enthalten eine Liste der Eingangs- und Ausgangsparameter 30 der Funktionen. Im Funktionsplan werden die Funktionen durch im allgemeinen rechteckige Funktionsblöcke dargestellt. Deren Ein- und Ausgänge entsprechen im Steuerprogramm den Eingangs- und Ausgangsparametern der Funktionen. Ihre gegenseitige Abhängigkeit wird im Funktions-

- 3 -

plan durch Verbindungslien zum Ausdruck gebracht.

Um die Funktionsplangraphik zu erzeugen, muss das im Programmiergerät enthaltene Software-Werkzeug das Steuerprogramm auf die in ihm enthaltenen Funktionen hin analysieren. Das Steuerprogramm wird in der Regel im Programmiergerät in einem Speicher enthalten sein. Die im Steuerprogramm enthaltenen Funktionen werden von dem Software-Werkzeug anhand ihrer Funktionsaufrufe identifiziert.

Mit der gleichen Reihenfolge, mit der die Funktionsaufrufe im Steuerprogramm stehen, und damit mit einer durch das Steuerprogramm vorgegebenen partiellen Ordnung, wird in einem gesonderten Speicherbereich durch das Software-Werkzeug eine Liste von Funktionsblöcken angelegt, die zur Darstellung der aufgefundenen Funktionen im Funktionsplan benötigt werden. Neben den Funktionsblöcken selbst werden in die Liste auch deren Eingänge und Ausgänge aufgenommen. Diese entsprechen, wie erläutert, den Eingangs- und Ausgangsparametern der Funktionen. Die in der Liste enthaltene partiell geordnete Menge von Funktionsblöcken enthält alle Information, die zur Erzeugung der gewünschten Funktionsplangraphik erforderlich ist.

Ein Programmiergerät mit einem Software-Werkzeug der beschriebenen Art ist beispielsweise bekannt aus der US-PS 4,445,169. Auch bei dem bekannten Programmiergerät kann der Anwender das Steuerprogramm für die Speicherprogrammierbare Steuerung direkt im Funktionsplan erstellen. Das bekannte Programmiergerät arbeitet jedoch mit einer Funktionsplandarstellung von stark eingeschränkter Allgemeinheit. Die einzelnen Funktionsblöcke weisen lediglich einen einzigen weiterverbundenen Ausgang auf. Sie sind ausschliesslich streng hierarchisch miteinander verknüpft. Im Funktionsplan treten deshalb keine Signalverzweigungen und Signalkreuzungen auf. Wird beispielsweise, was häufig der Fall ist, ein und dasselbe Ausgangssignal eines Funk-

- 4 -

tionblocks von zwei anderen Funktionsblöcken als Eingangssignal benötigt, so werden von dem bekannten Programmiergerät zur Vermeidung von Signalverzweigungen im Funktionsplan zwei separate Teilfunktionspläne auf der Anzeigevorrichtung erzeugt. Dies geht sehr zu Lasten der Übersichtlichkeit und vor allem der Informationsdichte des dargestellten Bildes. Übersichtlichkeit und Informationsdichte des dargestellten Bildes sind aber entscheidende Faktoren für die Handhabung und den Bedienungskomfort des Programmiergerätes. Da von einer einfachen Handhabung und einem hohen Bedienungskomfort in zunehmendem Masse die Wirtschaftlichkeit der Programmerstellung und Programmwartung und damit überhaupt das rationelle Abwickeln der Automatisierungsaufgaben abhängt, ist die Erzeugung von Funktionsplandarstellungen mit höherer Informationsdichte dringend erwünscht. Auch soll natürlich die Darstellung von Funktionsblöcken mit mehreren weiter verbindbaren Ausgängen im Funktionsplan und entsprechend die Verwendung von Funktionen mit mehreren Ausgangsparametern im Steuerprogramm möglich sein.

Das Problem das sich bei der automatischen Erzeugung von komplizierteren Funktionsplänen mit höherer Informationsdichte stellt, ist der dazu im Programmiergerät höhere Rechenaufwand. Die in einem kompakten, transportablen Programmiergerät zur Verfügung stehende Rechenkapazität ist aber beschränkt und kann nicht ohne weiteres erweitert werden.

Darstellung der Erfindung

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Software-Werkzeug der eingangs genannten Art anzugeben, durch das Funktionspläne der gewünschten Informationsdichte und mit Funktionsblöcken mit mehreren weiter verbindbaren Ausgängen erzeugt werden können und welches derart ratio-

- 5 -

nell arbeitet, dass es auch auf einem kompakten, transportablen Programmiergerät mit derzeit üblicher Rechenkapazität implementierbar ist.

Die genannte sowie weitere Aufgaben werden gemäss der 5 vorliegenden Erfindung gelöst durch Angabe eines neuen Software-Werkzeugs zur automatischen Erzeugung einer Funktionsplangraphik, wie es in den Ansprüchen gekennzeichnet ist.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

10 Weitere Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachstehenden ausführlichen Beschreibung insbesondere unter Berücksichtigung der beigefügten Zeichnungen. Es zeigt:

15 Fig. 1 einen Funktionsplan, der mit einem Software-Werkzeug nach der vorliegenden Erfindung automatisch erzeugbar ist und der eine hohe Informationsdichte sowie Funktionsblöcke mit mehreren weiter verbundenen Ausgängen aufweist,

20 Fig. 2 in einem schematischen Diagramm einen Rekursionsweg zur Spalteneinordnung des Funktionsblocks F_1 von Fig. 1 und

25 Fig. 3 bis 5
in drei Diagrammen die schrittweise Positionierung von Linienabschnitten des Funktionsplans von Fig. 1 während seiner Erzeugung.

Bester Weg zur Ausführung der Erfindung

Es wird nunmehr auf die Zeichnung Bezug genommen. Dem Funktionsplan von Fig. 1 liegt die nachfolgende partiell

- 6 -

geordnete Menge von Funktionsblöcken zugrunde, von der angenommen werden soll, dass sie in der bereits beschriebenen Weise durch Analyse eines Steuerprogramms für eine speicherprogrammierbare Steuerung gewonnen wurde:

- 5 $F_1 (l_1, l_2; l_3, l_4, l_5)$
 $F_2 (l_4; l_6, l_7, l_8)$
 $F_3 (l_8; l_9, l_{10})$
 $F_4 (l_5, l_9, l_{11}; l_{12})$
 $F_5 (l_6, l_8; l_{13})$
10 $F_6 (l_7, l_{13}, l_6; l_{14})$

In dieser Menge, wie auch in der Zeichnung, bezeichnen die F_i ($i = 1$ bis 6) die Funktionsblöcke. Die l_j ($j = 1$ bis 14) bezeichnen einerseits deren Eingänge, soweit sie vor dem Strichpunkt stehen, und andererseits deren 15 Ausgänge, soweit sie nach dem Strichpunkt stehen. In der Zeichnung sind mit den l_j die von den entsprechenden Ausgängen ausgehenden bzw. die zu den entsprechenden Eingängen hinführenden Linien bezeichnet. Soweit Eingänge und Ausgänge mit dem gleichen l_j bezeichnet sind, sind sie in 20 der Funktionsplangraphik durch eine mit dem betreffenden l_j bezeichnende Verbindungsline miteinander verbunden.

Im folgenden wird im einzelnen beschrieben, wie aus der oben stehenden Menge von Funktionsblöcken durch ein Software-Werkzeug nach der vorliegenden Erfindung der in Fig. 25 1 dargestellte Funktionsplan erzeugt werden kann.

Durch das Software-Werkzeug werden die Funktionsblöcke F_i zunächst gemäss ihrer hierarchischen Ordnung in der partiell geordneten Menge auf Spalten verteilt. In diesen Spalten werden sie mit zunehmender Ordnung von rechts 30 nach links auch auf der graphischen Anzeigevorrichtung im Funktionsplan zur Anzeige gebracht.

- 7 -

- Die hierarchische Ordnung der Funktionsblöcke wird durch rekursive Prüfung der Weiterverbindung ihrer Ausgänge auf Eingänge anderer Funktionsblöcke ermittelt. Die hierarchische Ordnung der Funktionsblöcke entspricht der maximalen, bei der rekursiven Weiterverbindungsprüfung erreichten sogenannten rekursiven Tiefe. Man kann den Einordnungsvorgang in die Spalten auch so beschreiben, dass ein Funktionsblock, von dem kein anderer Funktionsblock abhängt, in die äusserst rechte Spalte eingeordnet wird.
- 5 Ein Funktionsblock, von dem andere Funktionsblöcke abhängen, wird eine Spalte weiter links angeordnet, als der am weitesten links angeordnete, von ihm abhängige Funktionsblock.
- 10

In Fig. 2 ist für den Funktionsblock F_1 ein möglicher, von seinem ersten Ausgang l_3 ausgehender Rekursionsweg dargestellt, in dem im Übrigen Rekursionswege für alle übrigen Funktionsblöcke miteingeschlossen sind. Der Rekursionsweg ist durch die dargestellten Pfeile gekennzeichnet. Die Pfeile sind mit den " l_j " (hier zu verstehen als Bezeichnung der Ausgänge der Funktionsblöcke F_i) bezeichnet.

15

Ein Pfeil, der zu einem "R" führt soll bedeuten, dass der entsprechende Ausgang nicht mehr auf einen Eingang eines anderen Funktionsblocks weiterverbunden ist, sondern dass die von ihm im Funktionsplan ausgehende Linie zum rechten Rand des Funktionsplans führt. Dies ist z.B. gleich 20 beim ersten Ausgang l_3 von F_1 der Fall. Der zweite Ausgang l_4 von F_1 führt zum Funktionsblock F_2 . Bevor der dritte Ausgang l_5 von F_1 geprüft wird (in Fig. 2 ganz unten), wird entsprechend der rekursiven Methode der Einordnungsvorgang 25 mit dem Funktionsblock F_2 fortgesetzt, was zum Funktionsblock F_5 usw. führt. Wie aus Fig. 2 zu ersehen ist, ergibt sich im Beispielsfall für den Funktionsblock F_1 eine maximale rekursive Tiefe von 3, beispielsweise über folgende 30 Abhängigkeit: von F_1 hängt unter anderem F_2 , von F_2 hängt unter anderem F_5 und von F_5 hängt F_6 ab. Von F_6 wie auch

- 8 -

von F_4 , hängen keine weiteren Funktionsblöcke ab. Ordnet man letztere in die am weitesten rechte Spalte, z.B. eine Spalte I, ein, so müsste der Funktionsblock F_1 um drei Spalten weiter links, demnach in eine Spalte IV, eingeordnet werden. Die Spaltenordnung der übrigen Funktionsblöcke ergibt sich in analoger Weise. Insgesamt resultiert eine Spaltenanordnung gemäss folgender Tabelle:

| IV | III | II | I |
|-------|-------|-------|-------|
| F_1 | F_2 | F_5 | F_6 |
| | | F_3 | F_4 |

Innerhalb der Spalten wird die Position der Funktionsblöcke durch das Software-Werkzeug durch vertikale Positionierung ihrer Ein- und Ausgänge festgelegt, wobei zunächst die Eingänge und dann die Ausgänge positioniert werden.

Bei der Positionierung der Ein- und Ausgänge wird zugleich der Verlauf der zu ihnen hinführenden bzw. der von ihnen ausgehenden Verbindungslien soweit wie möglich festgelegt.

Hängt ein Eingang eines Funktionsblocks von einem Ausgang eines anderen Funktionsblocks ab, so werden zunächst alle Eingänge und Ausgänge des anderen Funktionsblocks zusammen mit den ihnen zugehörigen Verbindungslien bis zum dem genannten Ausgang positioniert. Auch dieser Vorgang ist wieder rekursiv. Die Verbindungslien werden als waagrechte Liniendargestellt. Lediglich Verbindungslien zwischen einem Ausgang und einem oder mehreren Eingängen, die auf unterschiedliche Höhe positioniert wurden, enthalten einen senkrechten Abschnitt. In jedem einzelnen solchen Fall wird durch das Software-Werkzeug versucht, durch Strecken eines der Funktionsblöcke in senkrechter Richtung den senkrechten Abschnitt in der Verbindungslien zu vermeiden.

- 9 -

Das Vorstehende soll nun wieder anhand des gewählten Beispiels im einzelnen erläutert werden. Dazu wird zunächst nochmals auf Fig. 1 Bezug genommen.

Beginnend beispielsweise mit dem Funktionsblock F_6 (in der Spalte I) wird durch das Software-Werkzeug zunächst versucht, dessen ersten Eingang l_7 zu positionieren. Dieser hängt jedoch vom gleichnamigen Ausgang des Funktionsblocks F_2 (in Spalte III) ab. Bevor der Eingang l_7 von F_6 positioniert werden kann muss daher zunächst der Funktionsblock F_2 mit seinen Eingängen und Ausgängen bis einschliesslich des Ausgangs l_7 positioniert werden. Die Prüfung des ersten (und einzigen) Eingangs l_4 von F_2 ergibt, dass auch dieser abhängig ist und zwar vom gleichnamigen Ausgang des Funktionsblocks F_1 (in Spalte IV). Auch die Positionierung des ersten Eingangs l_4 von F_2 muss deshalb zurückgestellt werden bis alle Eingänge und Ausgänge von F_1 bis hin zum Ausgang l_4 von F_1 positioniert sind. Es wird damit zum ersten Eingang l_1 von F_1 übergegangen. Da der Funktionsblock F_1 der am weitesten linken Spalte IV angehört, hängt der Eingang l_1 , wie sämtliche Eingänge von F_1 , von keinem anderen Funktionsblock ab. l_1 kann daher als erster Eingang tatsächlich positioniert werden.

Zur Positionierung müssen noch folgende Dinge festgelegt sein:

- Form der Funktionsblöcke, insbesondere ihre Breite relativ zur Breite der Spalten,
- Mindestabstand der Verbindungslinien in vertikaler Richtung untereinander und zu den Funktionsblöcken,
- gegebenenfalls Überstand der Funktionsblöcke über ihren obersten Eingang bzw. ihren untersten Ausgang,
- gegenseitiger Mindestabstand der Funktionsblöcke,
- Anordnung der Ausgänge der Funktionsblöcke relativ zu ihren Eingängen,
- Anordnung von senkrechten Abschnitten in den Verbindungslien soweit erforderlich.

- 10 -

Im Funktionsplan von Fig. 1 sind die Funktionsblöcke als Rechtecke mit einheitlicher Breite, jedoch unterschiedlicher Länge dargestellt. Die Breite entspricht 1/3 der Spaltenbreite. Die Funktionsblöcke sind in der Mitte der 5 Spalten angeordnet, die im oberen Teil von Fig. 1 durch die Pfeile angedeutet sind. Die Länge der Funktionsblöcke hängt von der Anzahl sowie der Anordnung ihrer Ein- und Ausgänge ab. Für den Mindestabstand der Verbindungslien untereinander, von diesen zu den Funktionsblöcken sowie 10 für den Ueberstand der Funktionsblöcke über ihren obersten Eingang bzw. untersten Ausgang ist ein Einheitsabstand gewählt. Untereinander angeordnete Funktionsblöcke weisen ebenfalls diesen Einheitsabstand als Mindestabstand auf. Der erste, d.h. oberste Ausgang der Funktionsblöcke ist 15 auf gleicher Höhe wie ihr letzter, d.h. unterster Eingang positioniert. Die senkrechten Abschnitte in den Verbindungslien verlaufen entlang den Spaltengrenzen. Zwischen den Spalten II und III zeigt Fig. 1 eine Besonderheit, die noch erläutert wird. Es versteht sich, dass diese 20 Art der Darstellung nur beispielhaft ist. Andere Abstände bzw. Ueberstände könnten genausogut festgelegt sein.

Zurück nunmehr zum Eingang l_1 von F_1 . Dieser ist erster, d.h. oberster Eingang von F_1 . l_1 wird deshalb einen Einheitsabstand tiefer als die Oberkante von F_1 positioniert. 25 F_1 selbst gehört der Spalte IV an. Aufgrund dieser Positionierung liegt der Eingang l_1 von F_1 , die zu ihm hinführende Linie sowie der "Kopf" des Funktionsblocks F_1 bereits fest. Es wird nunmehr auf Fig. 3 Bezug genommen. Fig. 3 zeigt, durch die strichpunktierten Linien gekennzeichnet, die zur Darstellung des als Beispiel gewählten 30 Funktionsplans erforderlichen vier Spalten I bis IV. In Fig. 3 sind die genannten, als erstes positionierten Elemente durch die mit 1 und 2 bezeichneten Linienabschnitte dargestellt. Diese, sowie alle übrigen noch zu besprechenden 35 Linienabschnitte, sind in Fig. 3 zu ihrer Unterscheidbarkeit voneinander etwas gegeneinander abgesetzt dargestellt.

- 11 -

- Als nächstes kann der Eingang l_2 von F_1 positioniert werden und zwar einen Einheitsabstand unter l_3 . Damit liegen die in Fig. 3 mit 3 und 4 bezeichneten Linienabschnitte fest. l_2 ist letzter Eingang von F_1 . Es kann deshalb jetzt 5 l_3 als erster Ausgang von F_1 positioniert werden und zwar auf gleicher Höhe wie l_2 . l_3 ist mit keinem weiteren Eingang zu verbinden. Von ihm ausgehend verläuft eine waagrechte Linie, Linie 5 in Fig. 3, durch sämtliche Spalten bis zum rechten Rand der Spalte I.
- 10 Nun ist Ausgang l_4 von F_1 zu positionieren. l_4 ist jedoch weiter zu verbinden und zwar auf den gleichnamigen ersten (und einzigen) Eingang von F_2 . Dieser Eingang ist noch nicht positioniert. Der Ausgang l_4 und die von ihm ausgehende Verbindungslinie kann deshalb im Augenblick nur 15 vorläufig und was die Verbindungslinie anbetrifft, nur teilweise positioniert werden. Der Ausgang l_4 wird vorläufig einen Einheitsabstand unter dem Ausgang l_3 positioniert. Da der Funktionsblock F_2 der benachbarten Spalte III angehört, wird die von l_4 ausgehende Linie nur bis zur Spaltengrenze zwischen Spalte IV und Spalte III festgelegt, siehe Linienabschnitt 6 in Fig. 3. F_1 kann um die Linienabschnitte 20 7 ergänzt werden. Linienabschnitt 6 ist wegen der Vorläufigkeit seiner Festlegung strichliert dargestellt.

Mit der beschriebenen, wenn auch nur vorläufigen Positionierung des Ausgangs l_4 ist die Voraussetzung für die zunächst zurückgestellte Positionierung von F_2 geschaffen. Der mit dem gleichnamigen Ausgang von F_1 zu verbindende Eingang l_4 ist erster bzw. oberster Eingang von F_2 . F_2 muss also 25 einen Einheitsabstand über l_4 haben. Durch die vom Ausgang l_3 von F_2 ausgehende Linie, in Fig. 3 die Linie 5, ist in der Spalte II bereits Platz verbraucht, was nunmehr zu berücksichtigen ist. Die Oberkante von F_2 muss von der genannten Linie mindestens einen Einheits- 30

- 12 -

abstand Abstand aufweisen. Für die zum Eingang F_4 von F_2 hinführende Linie sowie den Kopf F_2 ergeben sich dadurch die in Fig. 3 mit 8 und 9 bezeichneten Linienabschnitte.

Ausgang l_4 von F_1 könnte nun mit Eingang l_4 von F_2 verbunden werden. Wie in Fig. 3 zu sehen ist, wurden der genannte Ausgang und der genannte Eingang jedoch auf unterschiedliche Höhe positioniert. Ihre direkte Verbindung hätte einen senkrechten Abschnitt zur Folge. Wie erläutert, war die Positionierung des Ausgangs l_4 von F_1 jedoch nur vorläufig. Es wird jetzt geprüft, ob durch Streckung von F_1 die senkrechte Linie vermieden werden kann. Dies ist hier der Fall, da F_1 nach unten hin noch nicht abgeschlossen ist und der unterhalb von l_4 liegende Ausgang l_5 , auf den sich eine solche Streckung auswirken könnte, noch nicht positioniert ist. Aus der Streckung resultieren die Linienabschnitte 6' und 10 in Fig. 3. Linienabschnitt 6' ersetzt Linienabschnitt 6.

Da l_4 einziger Eingang von F_2 ist, kann sofort dessen erster Ausgang l_6 betrachtet werden. l_6 ist weiter zu verbinden und zwar auf die gleichnamigen Eingänge von F_5 und F_6 . l_6 wird deshalb nur vorläufig positioniert und zwar auf gleicher Höhe wie der erste (und letzte) Eingang von F_2 . Die von l_6 ausgehende Linie kann nur bis zur Spaltengrenze zwischen Spalte III und Spalte II festgelegt werden, da Funktionsblock F_5 der Spalte II angehört. Es ergibt sich in Fig. 3 Linienabschnitt 11.

Als nächstes wird zum Ausgang l_7 übergegangen. Ueber diesen Ausgang war die Betrachtung zum Funktionsblock F_2 gekommen, nämlich über den Versuch, den gleichnamigen Eingang von F_6 zu positionieren. Augang l_7 von F_2 ist auf diesen weiter zu verbinden. l_7 wird nun, auch wieder nur vorläufig, einen Einheitsabstand unter l_6 positioniert. Die von ihm ausgehende Verbindungsleitung wird bis zur Spaltengrenze

- 13 -

zwischen Spalte I und II festgelegt, weil F_6 Spalte I angehört. Es ergeben sich die in Fig. 3 mit 12 und 13 gekennzeichneten Linienabschnitte.

Nunmehr kann ausgeführt werden, was ganz zu Anfang versucht 5 wurde, nämlich die Positionierung des Eingangs l_7 von F_6 . Dieser wird, zur Vermeidung eines senkrechten Abschnitts in der Verbindungslinie zwischen ihm und dem gleichnamigen Ausgang von F_2 , auf gleicher vertikaler Höhe mit letzterem positioniert. Entsprechender Platz ist in Spalte 10 I vorhanden, auch was den oberen Ueberstand des Funktionsblocks 6 über seinen obersten Eingang anbetrifft. Es ergeben sich die Linienabschnitte 14 und 15 in Fig. 3.

Die Positionierung wird mit dem zweiten Eingang l_{13} von 15 F_6 fortgesetzt. l_{13} hängt von gleichnamigen Ausgang von F_5 ab. Also muss erst F_5 bis hin zu seinem Ausgang l_{13} positioniert werden. Begonnen wird wiederum mit dem ersten Eingang l_6 von F_5 . Dieser hängt ab von dem gleichnamigen Ausgang von F_2 . Der Ausgang l_6 von F_2 wurde aber schon positioniert, vgl. Linienabschnitt 11 in Fig. 3. Deshalb 20 kann direkt die Position von Eingang l_6 von F_5 festgelegt werden. F_5 gehört Spalte II an. Zunächst wird versucht, Eingang l_6 von F_5 auf gleicher Höhe wie Ausgang l_6 von F_2 zu positionieren. Aufgrund des in Spalte II bereits verbrauchten Platzes durch die Linienabschnitt 12 entsprechende Verbindungsleitung ist dies jedoch nicht möglich. 25 Eingang l_6 von F_5 muss um zwei Einheitsabstände unterhalb dieser Verbindungsleitung positioniert werden. Zwei Einheitsabstände sind deshalb erforderlich, damit auch der Kopf bzw. der obere Ueberstand des Funktionsblocks F_5 Platz hat. Es ergeben sich in Fig. 3 die mit 16 und 17 gekennzeichneten Linienabschnitte.

Damit wurde der Ausgang l_6 von F_2 und der gleichnamige Eingang von F_5 , die untereinander zu verbinden sind, auf

- 14 -

unterschiedlicher Höhe positioniert. Zu prüfen ist deshalb wieder, ob eine dadurch an sich erforderliche senkrechte Verbindungsleitung durch Strecken eines der Funktionsblöcke vermieden werden kann. In Frage kommt hier nur
5 der Funktionsblock F_2 . Seine Streckung ist jedoch nicht möglich, da unterhalb seines Ausgangs l_6 sein Ausgang l_7 bereits positioniert und auch weiter verbunden wurde. Diese Positionierung und Weiterverbindung bleibt unangetastet. Hier ist also eine senkrechte Verbindungsleitung
10 unumgänglich. Es ergibt sich der Linienabschnitt 18 in Fig. 3.

Als nächstes wird Eingang l_8 von F_5 betrachtet. Dieser hängt ab vom gleichnamigen Ausgang von F_2 . Ausgang l_8 von F_2 ist noch nicht positioniert. Vor der Positionierung
15 von l_8 müssen sämtliche Eingänge und sämtliche l_8 vorgeordneten Ausgänge von F_2 positioniert werden. Dies ist im vorliegenden Fall aber schon geschehen. Es kann deshalb l_8 direkt positioniert werden. l_8 wird vorläufig einen Einheitsabstand unterhalb von l_7 positioniert. In Fig.
20 3 ergibt sich der strichlierte Linienabschnitt 19 sowie die Linienabschnitte 20. l_8 ist letzter Ausgang von F_2 , daher wird F_2 (vorläufig) nach unten abgeschlossen durch einen unteren Überstand 24.

Mit der Positionierung des Ausgangs l_8 von F_2 wird F_2
25 wieder verlassen und zum Eingang l_8 von F_5 zurückgekehrt. Eingang l_8 von F_5 wird einen Einheitsabstand unterhalb von Eingang l_6 positioniert. Es resultieren die Linienabschnitte 21 und 22 in Fig. 3.

Nun muss Eingang l_8 von F_5 mit dem gleichnamigen Ausgang
30 von F_2 verbunden werden. Da beide auf unterschiedlicher Höhe positioniert wurden wäre hier wieder eine senkrechte Verbindungsleitung erforderlich. Im vorliegenden Fall lässt sich dies durch Strecken des Funktionsblocks F_2 aber wieder vermeiden. Es resultieren die Linienabschnitte 23, 19' und
35 24' in Fig. 3. Linienabschnitt 19' ersetzt Linienabschnitt 19.

- 15 -

Linienabschnitt 24' ersetzt Linienabschnitt 24. l_8 ist letzter Ausgang von F_2 . Nach der Streckung von F_2 ist l_8 endgültig positioniert.

Die Positionierung wird mit dem Ausgang l_{13} von F_5 fortgesetzt. Er wird auf gleicher Höhe wie der Eingang l_8 vorläufig angeordnet, vgl. Linienabschnitt 25 in Fig. 3. Damit ist die Voraussetzung für die zuvor zurückgestellte Positionierung des zweiten Eingangs l_{13} von F_6 geschaffen. Dieser wird einfach auf gleicher Höhe wie Ausgang l_{13} von F_5 positioniert und kann mit letzterem direkt verbunden werden. In Fig. 3 ergeben sich die Linienabschnitte 26 und 27. Die vorläufige Positionierung des Ausgangs l_{13} von F_5 ist damit definitiv geworden. Da l_{13} letzter Ausgang von F_5 ist, kann F_5 nach unten abgeschlossen werden, was den Linienabschnitt 28 in Fig. 3 ergibt.

Streng nach dem bisher verwandten Schema geht es weiter mit dem dritten Eingang l_6 von F_6 . Dieser hängt ab vom gleichnamigen Ausgang von F_2 , welcher jedoch bereits festgelegt und unter anderem auf F_5 weiter verbunden wurde. Der Eingang l_6 von F_6 kann deshalb sofort positioniert werden. Dabei ist zu beachten, dass die zu ihm hinführende Verbindungsline die Spalte II passieren muss und zwar mindestens einen Einheitsabstand unterhalb der Unterkante von F_5 , da durch diese der in Spalte II bereits verbrauchte Platz bestimmt wird. Es ergeben sich die in Fig. 3 mit 29 und 30 gekennzeichneten Linienabschnitte. Schliesslich ist noch die Verbindung zum Ausgang l_6 von F_2 herzustellen. Dies bedingt wieder eine senkrechte Linie. Da unterhalb des Ausgangs l_6 von F_2 der Ausgang l_1 bereits positioniert und weiterverbunden wurde, kommt eine Streckung zur Vermeidung der senkrechten Verbindungsline nicht mehr in Betracht. Es ergibt sich zusätzlich bzw. als Verlängerung der senkrechten Linienabschnitt 18 in Fig. 3 der senkrechte Linienabschnitt 31 auf der Spaltengrenze zwischen den Spalten II und III.

- 16 -

l_6 war letzter Eingang von F_6 . Es kann daher nunmehr sein erster und einziger Ausgang l_{14} betrachtet werden. Er wird auf gleicher Höhe wie der Eingang l_6 positioniert.
Da die von l_{14} ausgehende Verbindungsleitung zum rechten
5 Rand der Funktionsplangraphik führt, d.h. nicht mehr auf einen weiteren Eingang eines anderen Funktionsblocks,
ist die Positionierung von l_{14} definitiv. Aus diesem Grund
kann der Funktionsblock F_6 auch gleich nach unten abgeschlossen werden. In Fig. 3 resultieren die Linienabschnitte
10 32 und 33.

Nach der vollständigen Behandlung des Funktionsblocks
 F_6 wird mit dem nächsten Funktionsblock der äusserst rechten Spalte, dem Funktionsblock F_4 , die Prozedur fortgesetzt.

Der erste Eingang l_5 von F_4 hängt vom gleichnamigen Ausgang von F_1 ab. Dieser muss noch positioniert werden.
15 Er wird vorläufig einen Einheitsabstand unterhalb vom Ausgang l_4 positioniert, vgl. in Fig. 3 Linienabschnitt 34 und den strichlierten Linienabschnitt 35.

Nun kann Eingang l_5 von F_4 positioniert werden. Unter Berücksichtigung des Mindestabstand von zwei Funktionsblöcken untereinander sowie des Überstands eines Funktionsblocks über seinen obersten Eingang ergeben sich in Fig. 3 die Linienabschnitte 36 und 37. Linienabschnitt 37 passiert die beiden Spalten III und II soweit "unten", dass es 25 keine Platzprobleme gibt. Natürlich wäre dies gegebenenfalls zu berücksichtigen gewesen. Durch Strecken des Funktionsblocks F_1 wird schliesslich wieder eine senkrechte Verbindungsleitung vermieden bei dem Versuch Eingang l_5 von F_4 mit dem gleichnamigen Ausgang von F_1 zu verbinden.
30 Es ergeben sich die Linienabschnitte 38 und 35' in Fig. 3. Linienabschnitt 35' ersetzt den strichliert gezeichneten

- 17 -

Linienabschnitt 35.

Ausgang l_5 ist letzter Ausgang von F_1 und ist nunmehr auch definitiv positioniert. Daher kann F_1 nach unten abgeschlossen werden, was in Fig. 3 Linienabschnitt 39

ergibt.

Weiter geht es mit dem zweiten Eingang l_9 von F_4 . Dieser hängt ab vom gleichnamigen Eingang von F_3 . In Bezug auf F_3 wurde noch keine Positionierung vorgenommen. Dies muss deshalb zunächst in Angriff genommen werden. Begonnen wird mit dem ersten Eingang l_8 von F_3 . Dieser wiederum hängt ab von dem gleichnamigen Ausgang von F_2 . Ausgang l_8 von F_2 wurde aber bereits positioniert, so dass Eingang l_8 von F_3 doch gleich festgelegt werden kann. Unter Berücksichtigung des Mindestabstands eines Funktionsblocks von einer Verbindungsleitung sowie dem Überstand eines Funktionsblocks über seinen obersten Eingang ergeben sich in Fig. 3 die Linienabschnitte 40 und 41 in Spalte II.

Damit wurde Eingang l_8 von F_3 tiefer positioniert als der gleichnamige Ausgang von F_2 . Eine Streckung von Funktionsblock F_2 ist hier nicht möglich, da die Positionierung des Ausgangs l_8 bereits definitiv ist wegen seiner Weiterverbindung auf den gleichnamigen Eingang von F_5 . Es ist deshalb zur Verbindung des Eingangs l_8 von F_3 mit dem Ausgang l_8 von F_2 eine senkrechte Verbindungsleitung erforderlich. Im Hinblick auf diese ergibt sich nun aber das Problem, dass auf der Spaltengrenze zwischen Spalte II und Spalte III in einem Teilausschnitt der genannten festzulegenden senkrechten Verbindungsleitung bereits eine senkrechte Verbindungsleitung vorgesehen ist, in Fig. 3 Linienabschnitt 31. Zur Vermeidung der gegenseitigen Überdeckung der zwei senkrechten Verbindungsleitungen gibt es grundsätzlich natürlich mehrere Möglichkeiten. Vorzugsweise werden,

- 18 -

wie in Fig. 4 dargestellt, die Spalten II und III etwas auseinandergerückt. Es entstehen dadurch zwei Spaltengrenzen A, B auf denen die beiden senkrechten Verbindungs-
5 linien parallel zueinander verlaufen können. Auf der Spaltengrenze A ergibt sich in Fig. 4 der neue Linienabschnitt 42. Die zuvor schon festgelegten Linienabschnitte 18 und 31 verlaufen entlang der Spaltengrenze B. Sollte es einmal
zur Ueberdeckung von drei oder noch mehr senkrechten Linien
kommen, so kann in entsprechender Weise durch noch weiteres
10 Auseinanderrücken der benachbarten Spalten Platz für sämtliche senkrechten Linien geschaffen werden.

Im folgenden wird die Erläuterung des Positionierungsvorgangs anhand von Fig. 4 fortgesetzt. Fig. 3 ist insofern unvollendet.

15 Als nächstes wird der erste Ausgang l_9 von F_3 betrachtet. Er wird auf gleicher Höhe wie der Eingang l_8 positioniert und zwar lediglich vorläufig, weil er auf den gleichnamigen Eingang von F_4 weiter zu verbinden ist. Letzterer wird ebenfalls auf gleicher Höhe positioniert. Insgesamt ergeben
20 sich in Fig. 4 die Linienabschnitte 43 bis 45.

Der dritte Eingang l_{11} von F_4 hängt von keinem anderen Funktionsblock ab. Das bedeutet, dass die zu ihm hinführende Linie die Spalten IV, III und II passieren muss. In Spalte II ergibt sich ein Problem. Hier müsste die genannte Linie
25 unterhalb des nach unten noch offenen, d.h. noch nicht abgeschlossenen Funktionsblocks F_3 entlanggeführt werden. Betrachtet man voreiliglich erneut den Funktionsblock F_3 hinsichtlich seiner noch nicht positionierten Ausgänge, so stellt man fest, dass zwar nur noch ein Ausgang, nämlich
30 Ausgang l_{10} vorhanden ist, dieser aber auf keinen weiteren Funktionsblock weiter zu verbinden ist. Die von ihm ausgehende Linie müsste folglich, aufgrund der bisherigen Positionierung, unterhalb des ebenfalls ja nach unten noch nicht

- 19 -

abgeschlossenen Funktionsblocks F_4 vorbei zum rechten Rand der Graphik geführt werden. Es ergäbe sich damit eine Situation, wie sie in Fig. 4 unten strichliert dargestellt ist, mit einer Kreuzung von Linien an der mit 5 C markierten Stelle. Eine solche Situation ist nicht erwünscht.

Zur Lösung des entstandenen Problems wird eine Neupositionierung vorgenommen. Betroffen von dieser Neupositionierung sind die Ein- und Ausgänge der Funktionsblöcke zwischen 10 denen das Problem aufgetreten ist, hier die Funktionsblöcke F_3 und F_4 , einschliesslich sämtlicher dabei festgelegter Verbindungslien. In Fig. 3 und 4 sind dies sämtliche Linienschnitte ab Abschnitt 36, Linienschnitt 35' noch mit eingeschlossen.

15 Bei der Neupositionierung werden die betroffenen Funktionsblöcke in umgekehrter Reihenfolge betrachtet. Wurde ursprünglich vom ersten Eingang l_5 von F_4 ausgegangen und kam die Betrachtung zu F_3 erst über den Versuch, den zweiten Eingang l_9 von F_4 zu positionieren, so wird jetzt mit 20 F_3 begonnen, bevor irgendein Teil von F_4 positioniert wird. Diese Methode wird grundsätzlich bei allen auftretenden Problemen bzw. Konflikten der genannten Art angewendet (auch ineinander verschachtelt).

25 In bezug auf die nunmehr von dem ersten Eingang l_8 von F_3 ausgehende Positionierung gibt es keine, nicht oben schon bechriebenen Vorgänge oder Probleme, so dass auf die Erläuterung der einzelnen Schritte verzichtet werden kann.

30 In Fig. 5 sind die neuen, sich aus der Neupositionierung ergebenden Linienschnitte dargestellt. Es sind dies die Linienschnitte 36' bis 53, 35' mit eingeschlossen. Soweit sie bereits vor der Neupositionierung positionierte Linienschnitte ersetzen, sind sie mit einem Beistrich versehen.

- 20 -

Wie aus Fig. 5 zu ersehen ist, konnte durch die Neupositionierung das zuvor entstandene Problem gelöst werden. Mit Linienabschnitt 53 von Fig. 5 sind sämtliche Elemente des Funktionsplans positioniert worden. Fig. 5 entspricht 5 erkennbar Fig. 1.

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Software-Werkzeug zur automatischen Erzeugung einer Funktionsplangraphik aus einer partiell geordneten Menge von Funktionsblöcken ($F_1 - F_6$) mit einem oder mehreren Ein- und Ausgängen ($l_1 - l_{14}$) auf einer grafischen Anzeigevorrichtung, gekennzeichnet durch die folgenden Merkmale:

- durch das Software-Werkzeug werden die Funktionsblöcke in einem rekursiven Vorgang gemäss ihrer hierarchischen Ordnung in der partiell geordneten Menge mit zunehmender Ordnung von rechts nach links auf Spalten (I - IV) verteilt;
- innerhalb der Spalten wird die Position und Grösse der Funktionsblöcke durch Positionierung ihrer Ein- und Ausgänge festgelegt, wobei zunächst die Eingänge und dann die Ausgänge positioniert werden;
- bei der Positionierung der Ein- und Ausgänge wird zugleich der Verlauf der zu ihnen hinführenden bzw. der von ihnen ausgehenden Verbindungslien so weit wie möglich festgelegt;
- hängt ein Eingang eines Funktionsblockes von einem Ausgang eines anderen Funktionsblocks ab, so werden in einem rekursiven Vorgang zunächst alle Eingänge und Ausgänge des anderen Funktionsblockes zusammen mit den ihnen zugehörigen Verbindungslien bis zum genannten Ausgang positioniert;
- die Verbindungslien werden als waagrechte Linien dargestellt; lediglich Verbindungslien zwischen

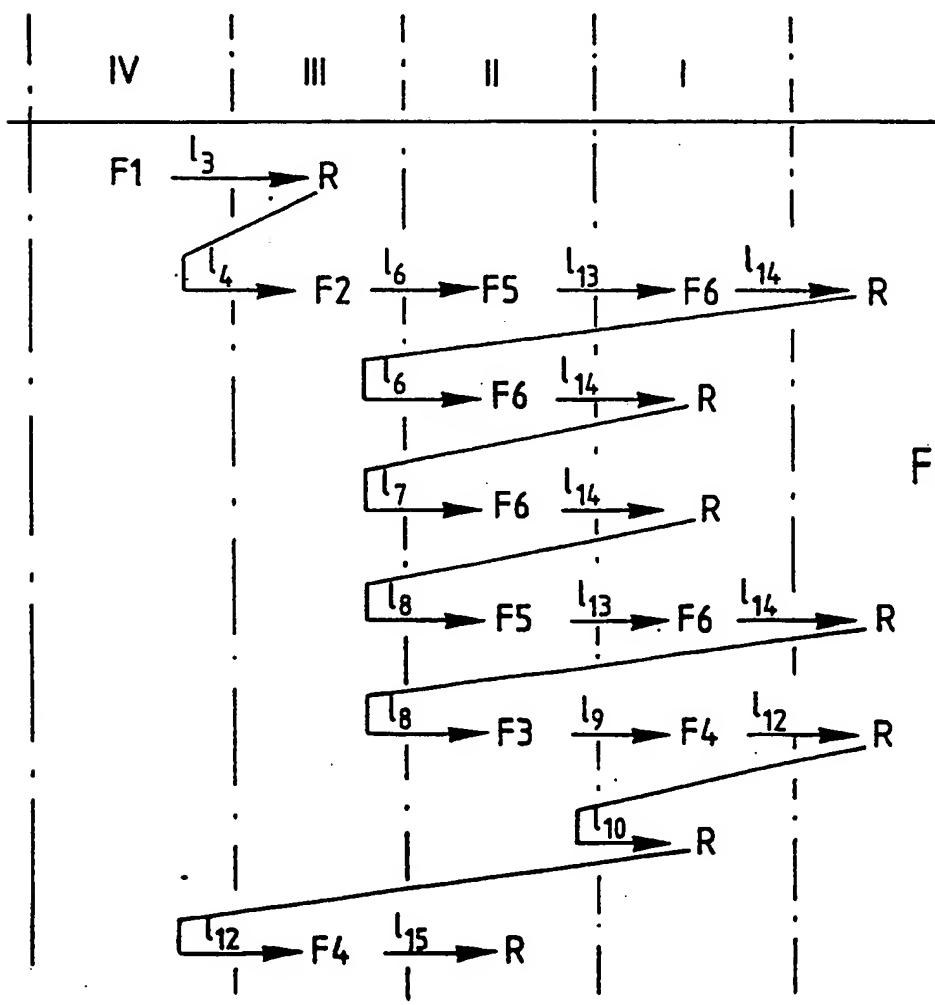
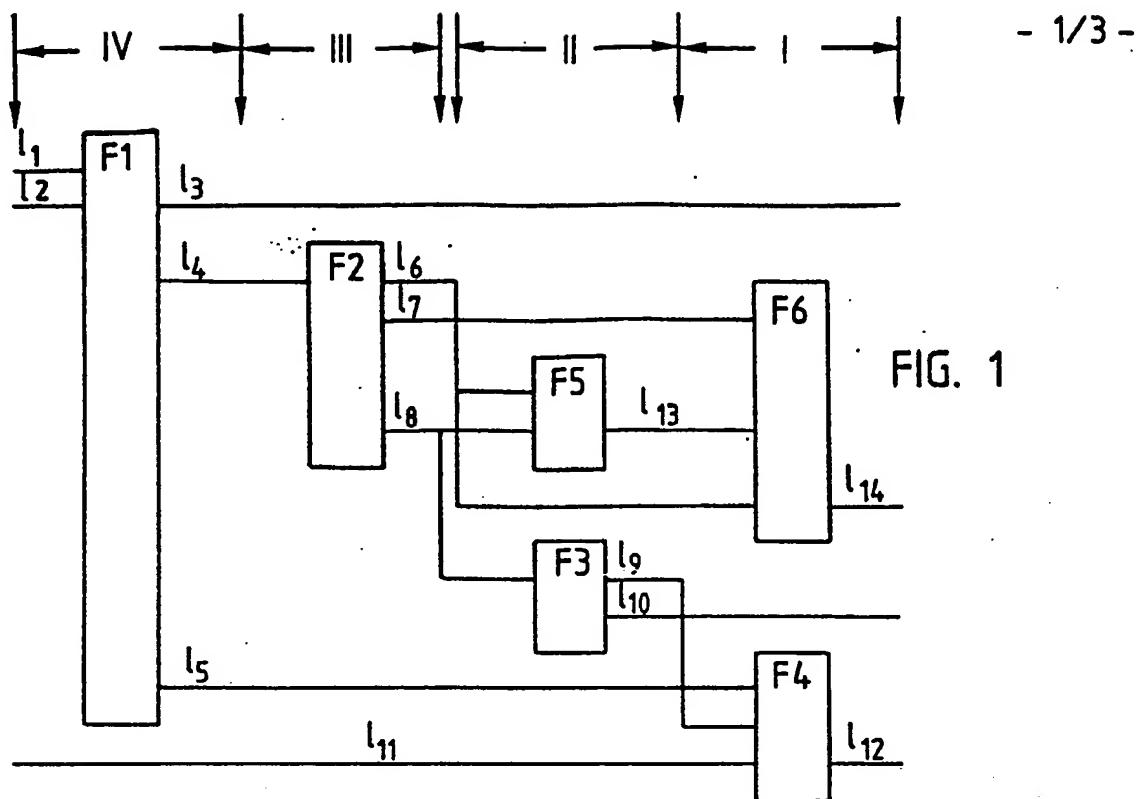
- 22 -

einem Ausgang und einem oder mehreren Eingängen,
die auf unterschiedlicher Höhe positioniert wurden,
enthalten einen senkrechten Abschnitt.

2. Software-Werkzeug nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
dass die Funktionsblöcke innerhalb der Spalten entsprechend ihrer Reihenfolge in der partiell geordneten Menge untereinander angeordnet werden.
3. Software-Werkzeug nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
dass die Funktionsblöcke der äusserst rechten Spalte
in der Reihenfolge von oben nach unten positioniert werden.
4. Software-Werkzeug nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
dass die Eingänge und die Ausgänge der Funktionsblöcke entsprechend ihrer Reihenfolge in der partiell geordneten Menge positioniert werden.
5. Software-Werkzeug nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
dass die Funktionsblöcke zwischen benachbarten Eingängen oder benachbarten Ausgängen derart gestreckt werden,
dass senkrechte Abschnitte in Verbindungslien vermieden werden, sofern dadurch nicht die Position von bereits definitiv positionierten Ein- oder Ausgängen oder auch anderen Verbindungslien betroffen ist.
6. Software-Werkzeug nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
dass, falls senkrechte Abschnitte von Verbindungslien aufeinander fallen sollten, der Funktionsplan in horizontaler Richtung derart gespreizt wird, dass Platz für einen parallelen Verlauf der genannten Abschnitte entsteht.
7. Software-Werkzeug nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
dass bei Auftreten eines Konfliktes zwischen einem

- 23 -

Ausgang eines ersten Funktionsblockes und einem Eingang
eines zweiten Funktionsblocks, bei welchem die von
dem Ausgang ausgehende Linie oder die zu dem Eingang
hinführende Linie, obwohl nicht Verbindungsleitung zwischen
5 einem Ausgang und einem oder mehreren Eingängen, nicht
lediglich waagrecht darstellbar ist, eine Neupositionie-
rung sämtlicher in Verbindung mit den genannten Funk-
tionsblöcken bereits positionierten Ein- und Ausgängen
10 vorgenommen wird, wobei die genannten Funktionsblöcke
in umgekehrter Reihenfolge positioniert werden.



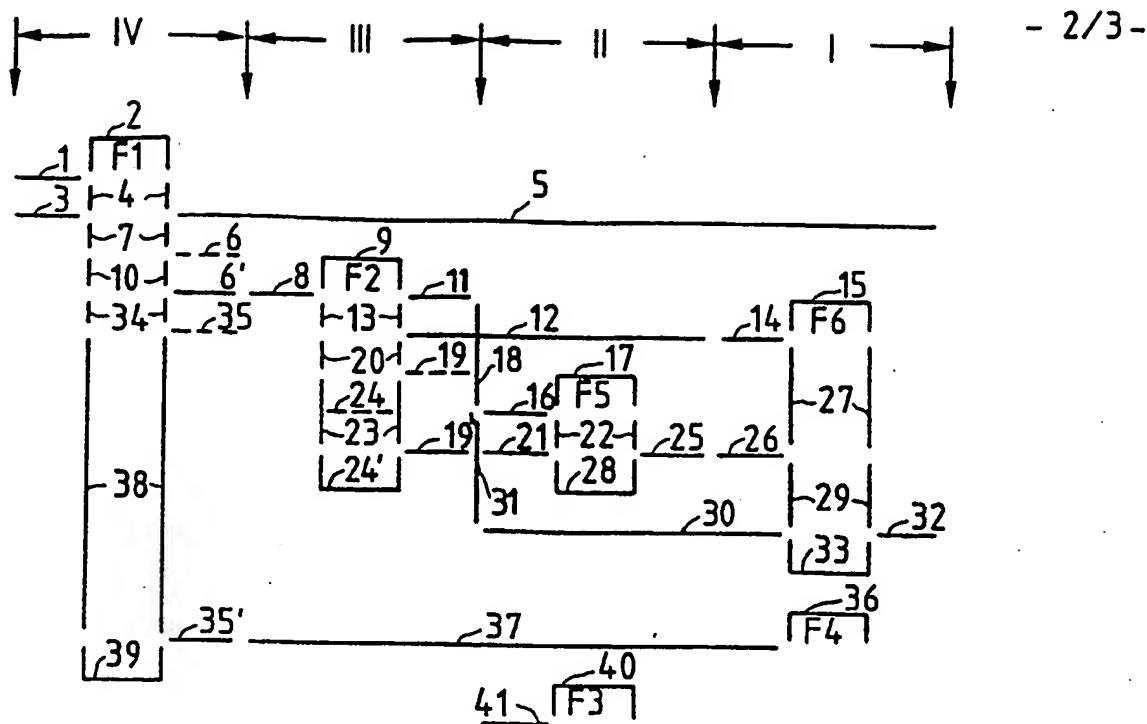


FIG. 3

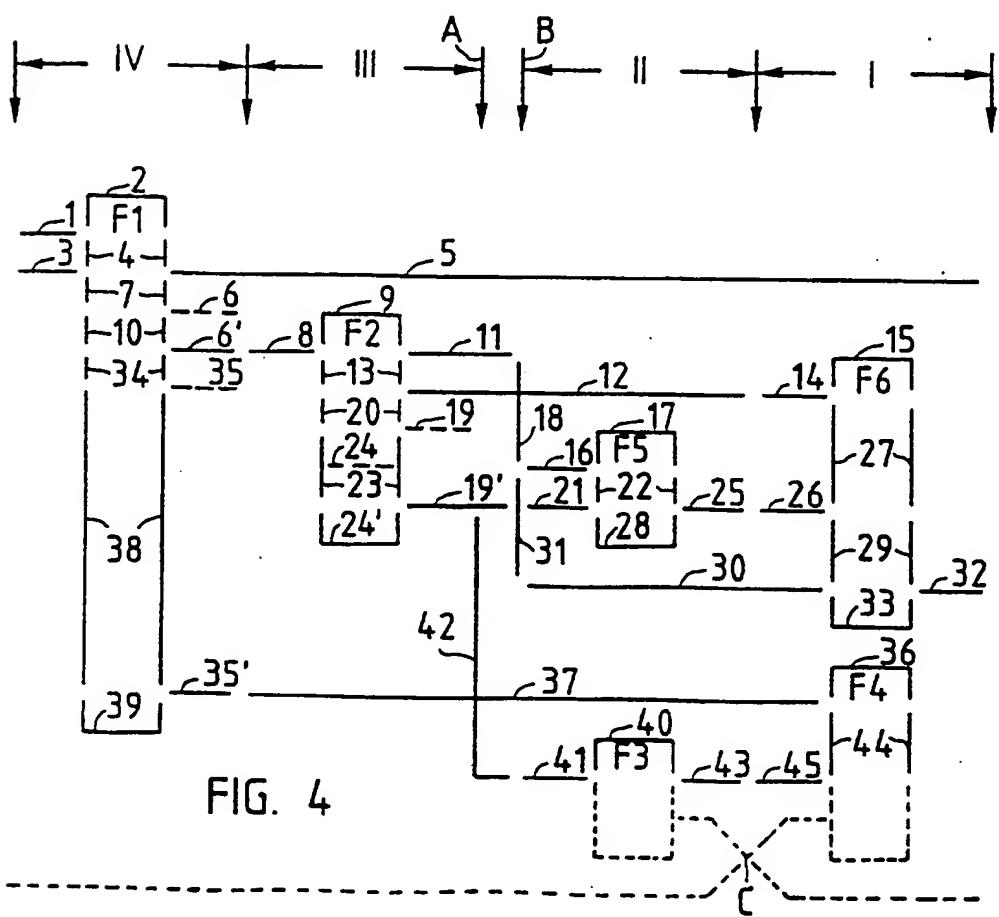


FIG. 4

- 3/3 -

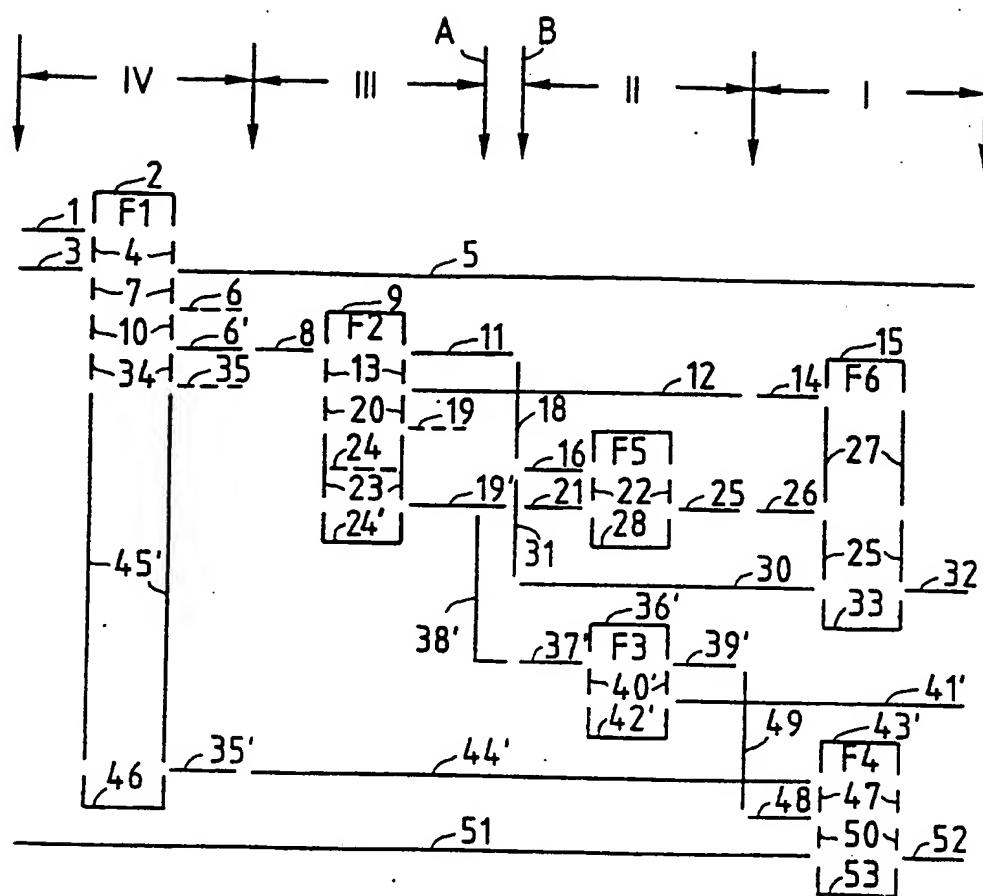


FIG. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/CH 86/00094

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (If several classification symbols apply, indicate all) *

According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC

Int.Cl.⁴ : G 05 B 19/04

II. FIELDS SEARCHED

Minimum Documentation Searched ⁷

| Classification System | Classification Symbols |
|-----------------------|------------------------|
| Int.Cl. ⁴ | G 05 B 19 |

Documentation Searched other than Minimum Documentation
to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched *

III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT*

| Category * | Citation of Document, ¹¹ with Indication, where appropriate, of the relevant passages ¹² | Relevant to Claim No. ¹³ |
|------------|--|-------------------------------------|
| Y | US, A, 4445169 (WAHITA) 24 April 1984, see figures 1,13,14,16-24; abstract -- | 1 |
| Y | EP, A, 0200974 (BBC) 12 November 1986, see the whole document -- | 1 |
| A | US, A, 4326207 (HIROHARU SUDA) 20 April 1982, 1-7 see the whole document ----- | |

* Special categories of cited documents: ¹⁰

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier document but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed Invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step

"Y" document of particular relevance; the claimed Invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

IV. CERTIFICATION

Date of the Actual Completion of the International Search

10 April 1987 (10.04.87)

Date of Mailing of this International Search Report

29 April 1987 (29.04.87)

International Searching Authority

EUROPEAN PATENT OFFICE

Signature of Authorized Officer

ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT ON

INTERNATIONAL APPLICATION NO. PCT/CH 86/00094 (SA 13764)

This Annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report. The members are as contained in the European Patent Office EDP file on 28/04/87

The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information.

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | Publicatio date |
|--|---------------------|----------------------------------|----------------------|
| US-A- 4445169 | 24/04/84 | JP-A- 57005111 JP-A- 57005112 | 11/01/82 11/01/82 |
| EP-A- 0200974 | 12/11/86 | JP-A- 61249173 AU-A- 5653186 | 06/11/86 30/10/86 |
| US-A- 4326207 | 20/04/82 | JP-A- 54072384 | 09/06/79 |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/CH 86/00094

| | | |
|---|--|--|
| I. KLASSEKIFIKATION DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS (bei mehreren Klassifikationsymbolen sind alle anzugeben) ⁶ | | |
| Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC Int. Cl. 4. G 05 B 19/04 | | |
| II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE | | |
| Recherchierter Mindestprüfstoff ⁷ | | |
| Klassifikationssystem | Klassifikationssymbole | |
| Int. Cl. 4 | G 05 B 19 | |
| Recherchierte nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen ⁸ | | |
| III. EINSCHLÄGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN⁹ | | |
| Art* | Kennzeichnung der Veröffentlichung ¹¹ , soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile ¹² | Betr. Anspruch Nr. ¹³ |
| Y | US, A, 4445169 (WAHITA) 24. April 1984, siehe Figuren 1,13,14,16-24; Zusammenfassung | 1 |
| Y | EP, A, 0200974 (BBC) 12. November 1986, siehe das ganze Dokument | 1 |
| A | US, A, 4326207 (HIROHARU SUDA) 20. April 1982, siehe das ganze Dokument | 1-7 |
| ----- | | |
| * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen ¹⁰ : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist | | "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist |
| IV. BESCHEINIGUNG | | |
| Datum des Abschlusses der internationalen Recherche | Absendedatum des internationalen Recherchenberichts | |
| 10. April 1987 | 29 APR 1987 | |
| Internationale Recherchenbehörde | Unterschrift des bevollmächtigten Bediensteten | |
| Europäisches Patentamt |  | |